



NORMERING EN TOEPASSING VAN DE GÖTTINGER SPRAAKVERSTAANTEST IN RUIS BIJ ERNSTIG SLECHTHORENDE KLEUTERS

Astrid van Wieringen¹, Jan Wouters¹ en Valerie Vandenbroeck²

¹ExpORL, Department Neurowetenschappen, KULeuven

²Katholieke Hogeschool Brugge Oostende en Koninklijk Spermalie

In Vlaanderen en Nederland wordt het spraakverstaan van ernstig slechthorende kleuters en jonge kinderen dikwijls geëvalueerd met behulp van de Göttinger I en II. Deze tests worden meestal afgenomen door de woorden af te spelen met een CD-speler en het kind het woord na te laten zeggen of te laten aanduiden op een blad. Gedurende de afgelopen jaren is gewerkt aan een meer gestandaardiseerde wijze van testen, namelijk met behulp van APEX, een software interface die ontwikkeld is bij ExpORL (KULeuven). In het kader van verschillende studies zijn normwaarden bepaald voor de Göttinger I en II in ruis bij normaalhorende kinderen, en wordt nagegaan of de geautomatiseerde procedure haalbaar is bij ernstig slechthorende kinderen met een cochleair implantaat of hoorapparaat, en worden de meest frequente verwarringen tussen woorden bestudeerd. De resultaten tonen aan dat kinderen vanaf de leeftijd van 3 jaar het gebruik van de computer aankunnen en leuk vinden. Bovendien is het met deze procedure mogelijk om de scores van slechthorende kinderen te vergelijken met die van de normaalhorende kinderen.

INLEIDING

ONTSTAAN VAN DE GÖTTINGER I EN II

De Göttinger I en II zijn in de jaren '70 ontwikkeld aan de universiteit van Göttingen in Duitsland om het spraakverstaan van 3 en 4-jarigen (Göttinger I) en 5 en 6-jarigen (Göttinger II) te kunnen bepalen. Kort nadien is een Nederlandstalige versie ontwikkeld en werd het woordmateriaal uitgebreid (van Gompel & Vanhulle, 1979; Lambrechts, 1979). De Göttinger I en II bestaan uit monosyllabische zelfstandige naamwoorden, die respectievelijk tot de basiswoordenschat van een kind van 3 tot 4 (Göttinger I) en 5 tot 6 jaar (Göttinger II) behoren. Ze worden meestal afgenomen door de woorden af te spelen met een CD (Wouters et al. 1994a, 1994b) en het kind 1 uit 4 afbeeldingen te laten kiezen op een blad of het woord na te laten zeggen. Deze gesloten woordtaak wordt door verschillende audiologen en onderzoekers in Vlaanderen en Nederland ('SAP test') gebruikt (bijvoorbeeld Boets et al., 2007; Scherf et al., 2007), alhoewel men zich ook bewust is van

enkele tekortkomingen. Zo zou de woordenschat te beperkt zijn of soms achterhaald, en behalen een aantal kinderen met een cochleair implantaat (CI) of hoorapparaat (HA) snel een plafondscoor wanneer een test in stilte wordt afgenomen. Vanwege gebrek aan normwaardes is het bovendien moeilijk om scores van deze kinderen te interpreteren. Gedurende de afgelopen jaren is getracht om aan een aantal vragen tegemoet te komen, door in de eerste plaats normwaardes te bepalen van deze tests, in stilte en in ruis, bij 128 normaalhorende kinderen tussen 3 en 6 jaar. Vervolgens is het spraakverstaan in ruis bepaald bij een 36-tal kinderen met CI of hoorapparaat (of een combinatie van beide). Een tweede doelstelling was om de tests (woordmateriaal en figuren) te implementeren in APEX, een gebruikersvriendelijke en veelzijdige software interface die ontwikkeld is bij ExpORL om psychofysische en spraakverstaantests op een gecontroleerde wijze af te nemen (Laneau et al., 2005; Francart et al., 2008). Dit biedt verschillende voordelen: het kind beschouwt de opdracht eerder als

een computerspel dan als een test en zal minder gauw afgeleid worden wanneer het zelf mag klikken dan wanneer het een afbeelding op een blad papier moet aanduiden of het woord moet nazeggen. Door zelf te klikken wordt ook de interpretatie van de testleider tot een minimum beperkt. Bovendien worden ook foutieve instellingswaarden (niveau van spraak en ruis) tot een minimum beperkt en is het veel gemakkelijker om de tests op uniforme wijze af te nemen door verschillende testleiders. Calibratieniveaus van spraak en ruis worden door APEX opgeslagen in een calibratieprofiel en de testleider dient alleen het spraakniveau in stilte in te geven of de signaal-ruisverhouding (in dB) tussen niveaus van de spraak en ruis. In deze bijdrage worden eerst de normwaardes van de Göttinger I en II voor normaalontwikkende en normaalhorende kinderen besproken en wordt vervolgens nagegaan in welke mate implementatie van deze tests in APEX haalbaar is voor ernstig slechthorende kleuters.

SPRAAKMATERIAAL, TAAK EN SCORINGSWIJZE

Zowel de Göttinger I als Göttinger II bestaan uit 10 deellijsten, waarbij elke lijst is samengesteld uit 10 testwoorden. De deellijsten van de Göttinger I zijn samengesteld uit slechts 20 verschillende zelfstandige naamwoorden; die van de Göttinger II zijn samengesteld uit 100 verschillende zelfstandige naamwoorden. Naast de 10 woordenlijsten bevat de Göttinger I conditioneringslijsten A en B. De tests vereisen geen actieve taalbeheersing. Drie van de 4 antwoordmogelijkheden zijn afleidende alternatieven van het testwoord, d.w.z. met een identieke vocaalinhoud, maar met verschillende initiële en finale consonant(en). Voor de scoring van de Göttinger hanteert men de woordscore, waarbij per correcte respons 10 % toegekend wordt.

Enkele jaren geleden zijn alle figuren van de Göttinger I en II geëvalueerd en werden normwaarden bepaald voor afname in stilte op basis van gegevens verzameld van 143 normaalhorende kinderen met normale taal- en cognitieve ontwikkeling (Huysmans, 1997; van Wieringen en Wouters, 2005).

NORMERING VAN DE GÖTTINGER TESTS IN RUIS

Vervolgens werden de Göttinger I en II genormeerd in ruis bij normaalhorende kinderen (Delvaux, 2006; Martens en Lermytte, 2006), niet alleen omdat deze conditie meer realistisch is voor het dagdagelijkse leven, maar ook omdat de Göttinger in stilte dikwijls tot een plafondscoor leidt. Hierbij werd gebruik gemaakt van het software platform APEX.

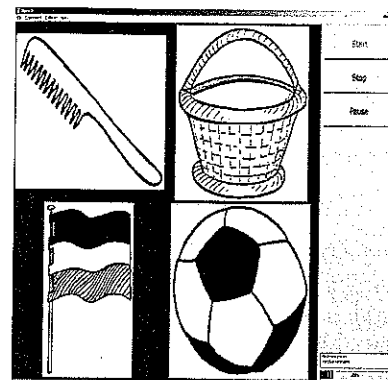
DEELNEMERS EN PROCEDURE

In totaal namen 128 normaalhorende kinderen deel aan de studie, 64 in Leuven en 64 in Brugge. De gemiddelde leeftijd van de kinderen van de Göttinger I was 4;0j, die van de Göttinger II was 5;9 jaar. De woorden werden, via een laptop en een hoofdtelefoon (Sennheiser

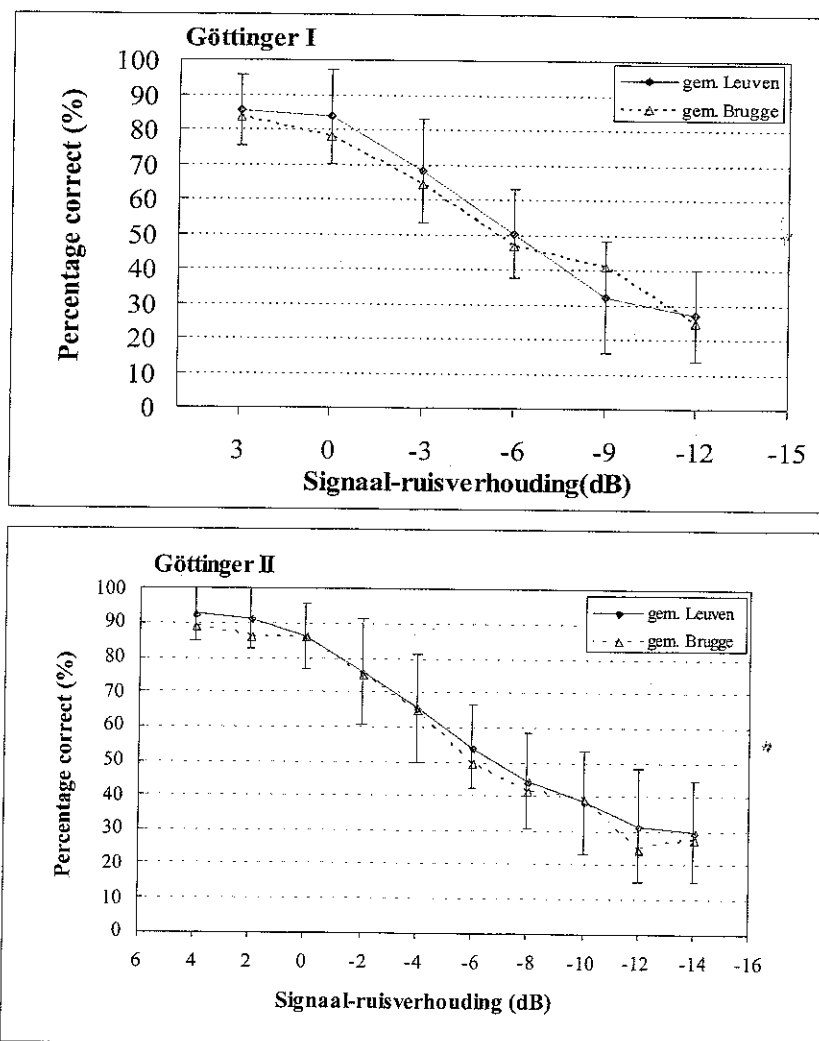
HD 250 linear II), monoraal in spraakgewogen ruis aangeboden. De intensiteit van de ruis werd constant gehouden op 65 dB SPL, de intensiteit van de spraak werd per lijst aangepast. Voor de Göttinger I werd gestart op een signaal-ruisverhouding van 3 dB en zijn 6 deellijsten afgenomen, waarbij de signaal-ruisverhouding varieerde van 3 tot -12 dB. Voor de Göttinger II werd gestart op een spraakintensiteit van 69 dB SPL en werd er vervolgens gevarieerd tot 51 dB SPL (10 deellijsten). De volgorde van de deellijsten werd systematisch gevarieerd bij elk kind.

RESULTATEN

Figuur 2 toont de gemiddelde performantiescores (met bijbeho-



• *Figuur 1: Voorbeeld van een Göttinger test met APEX. Een woord wordt aangeboden (bijvoorbeeld via luidspreker) en het kind kiest 1 uit 4 afbeeldingen. Rechts onderaan het scherm wordt de progressie aangegeven.*



• *Figuur 2: Gemiddelde performantiescores (met standaarddeviaties) in functie van de verschillende signaal-ruisverhoudingen van de Göttinger I en Göttinger II van normaalhorende kinderen uit Leuven en Brugge. De spraakverstaandrempeel is afgeleid van een niet-lineaire regressiefit.*



rende standaarddeviaties, SD) van de Leuvense en Brugse kinderen voor de Göttinger I en II in functie van de signaal-ruisverhouding. De respectievelijke spraakverstaandrempels (50% punt) en hellingen zijn bepaald op basis van een niet-lineaire regressieanalyse op de performantie-intensiteitscurves van ieder kind afzonderlijk (tabel 1). Gemiddeld genomen ligt de spraakverstaandrempele van de Göttinger I bij -6.4 dB en de helling rond 5.5%/dB (tabel 1, A). Voor de Göttinger II schommelt de spraakverstaandrempele rond -7 dB en de helling rond 5.2%/dB (tabel 1, B). De helling van deze woordtests komt overeen met die van de NVA woorden (5.5%/dB) en Brugse lijst (5.6%/dB, Wouters et al., 1994; Bosman et al., 1995).

DE GÖTTINGER I EN II IN RUIS BIJ SLECHTHORENDE KINDEREN MET HOORAPPARATEN EN/OF COCHLEAIRE IMPLANTATEN

In een tweede fase werd nagegaan of de geautomatiseerde afname van de Göttinger I of II haalbaar is bij kleuters en jonge kinderen (3-6 jaar) met een cochleair implantaat en/of hoorapparaat en of de resultaten van deze kinderen vergelijkbaar zijn met die van normaalhorende leeftijdsgenootjes.

DEELNEMERS EN PROCEDURE

Kinderen van het Koninklijk Instituut voor Doven en Spraakgestoorden (KIDS, $n=18$) in Hasselt, het Koninklijk Instituut Spermale voor Auditief en Visueel gehandicapten in Brugge ($n=9$) en het Koninklijk Instituut Woluwe voor Auditief en Visueel gehandicapte jongeren in Sint-Lambrechts-Woluwe ($n=10$) namen deel aan deze studie. Bij 1 kind werd de test (Göttinger I) gestopt, omdat het schrok van de ruis. De studie was goedgekeurd door de medisch ethische commissie van de KU Leuven.

Alle kinderen in de studie waren op de dag van de testafname tussen 3 en 6 jaar oud, het leeftijdsbereik

Göttinger			Spraakverstaandrempele	Helling	
A	NH	I	Leuven (n=32) Brugge (n=32)	-6.4 ± 2.4 dB -6.3 ± 1.5 dB	5.9 ± 1.8%/dB 4.9 ± 1.6%/dB
B	NH	II	Leuven (n=32) Brugge (n=32)	-7.9 ± 1.7 dB -7.2 ± 1.2	5.2 ± 1.4%/dB 5.3 ± 1.3%/dB
C	SH	I	n=21	0,2 dB	6.1%/dB
D	SH	II	n=11	-1,2 dB	6.6%/dB

• Tabel 1. Gefitte spraakverstaandrempels (50%) en hellingwaardes voor de Göttinger I en II in ruis bij normaalhorende (NH) kinderen uit Leuven en Brugge (Delvaux, 2006; Martens en Lermytte, 2006), en van de slechthorende kinderen (SH, C en D). Standaarddeviaties worden vermeld bij de normwaardes (A en B).

van de Göttinger tests. Sommige kinderen hadden 1 CI, of 1 HA, andere waren bilateraal aangepast, zij het met 2 CIs, 2 hoorapparaten of een combinatie van beide. Details rond etiologie, duur doofheid, type interventie, enzovoort, zijn terug te vinden in de masterproef van Laureys en Lecompte (2008).

Bij 25 kinderen werd de Göttinger I afgenomen. De gemiddelde leeftijd van de 25 geteste kinderen bedroeg 4;5 jaar (SD = 9 maanden); minimum- en maximumleeftijd waren respectievelijk 3;3 jaar en 5;7 jaar. De Göttinger I werd soms ook afgenomen bij kinderen die ouder waren dan 4 jaar als de woordenschat niet toereikend genoeg was om de Göttinger II af te nemen. Er werd altijd met de behandelende audioloog overlegd welke test afgenomen zou worden.

Bij 11 kinderen werd de Göttinger II afgenomen. De gemiddelde leeftijd van deze groep kinderen bedroeg 5;7 jaar (SD = 4 maanden), minimum- en maximumleeftijd waren respectievelijk 5;1 jaar en 6;3 jaar. De kinderen werden in een rustige ruimte op school getest. Voorafgaand aan de test(s) werd nagegaan of de 20 woorden gekend waren.

Net als bij de normstudie bij de normaalhorende kinderen (Delvaux, 2006) werd de intensiteit van de ruis constant gehouden op 65 dB SPL en varieerde de intensiteit van de spraak. Echter, terwijl er bij de normaalhorende kinderen op 7 vas-

te signaal-ruisverhoudingen getest werd, werd er bij de slechthorende kinderen gestreefd naar het vinden van scores rond het 50%-punt, en daaronder en daarboven. Voor de afname van de Göttinger I werd gestart met een deellijst in stilte op 68 dB SPL (1 lijst). Vervolgens werd telkens een deellijst in ruis aangeboden op een signaal-ruisverhouding van +3dB en -3dB en vervolgens bij een signaal-ruisverhouding van 6dB en -6dB. Ook tussenliggende signaal-ruisverhoudingen werden getest, naargelang de score op een vorige lijst. Gemiddeld werden er 4,5 deellijsten per kind afgenomen (SD=1,4).

Voor de Göttinger II werd gestart op een spraakintensiteit van 69 dB SPL in stilte (1 lijst). De eerste deellijst in ruis werd gestart op een signaal-ruisverhouding van 4 dB. Het gemiddeld aantal afgenomen deellijsten per kind was 5,2 (SD = 1,0).

RESULTATEN

Gefitte spraakverstaandrempels en hellingwaardes

De scores op de verschillende signaal-ruisverhoudingen werden wederom voor ieder kind apart gefit met een niet-lineaire regressieanalyse in SPSS (zonder correctie voor kansniveau-score). Van 4/25 kinderen kon er geen spraakverstaandrempele bepaald worden. Het gemiddelde van de individuele gefitte spraakverstaandrempels bedraagt 0.2 \pm 3.5 dB voor de Göttinger I ($n = 21$) en -1.2 \pm 3.4 dB voor de Göttinger II ($n = 11$). Vergeleken met de normwaardes van

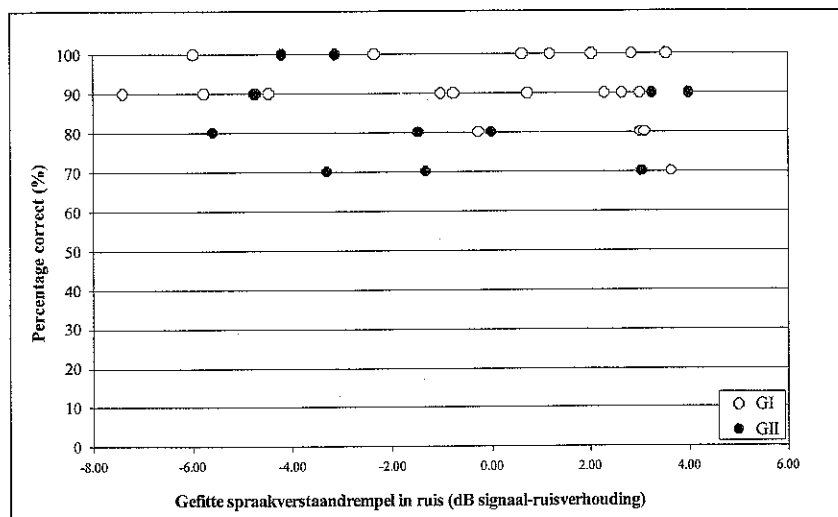
de normaalhorende kinderen is de gemiddelde spraakverstaandrempe van zowel de Göttinger I als de Göttinger II van de slechthorende kinderen ongeveer 6,5 dB hoger (Tabel 1, C en D). Echter, de gefitte helling van de scores van de slechthorende kinderen komt nagenoeg overeen met die van de normaalhorende kinderen, hetgeen betekent dat beide tests bij verschillende signaal-ruisverhoudingen op vergelijkbare wijze differentiëren bij beide groepen van kinderen. In overeenstemming met het onderzoek van Delvaux (2006) scoren de slechthorende kinderen die deelnamen aan de Göttinger II gemiddeld

iets beter dan de groep die de Göttinger I aflegde, vermoedelijk omdat ze iets ouder zijn.

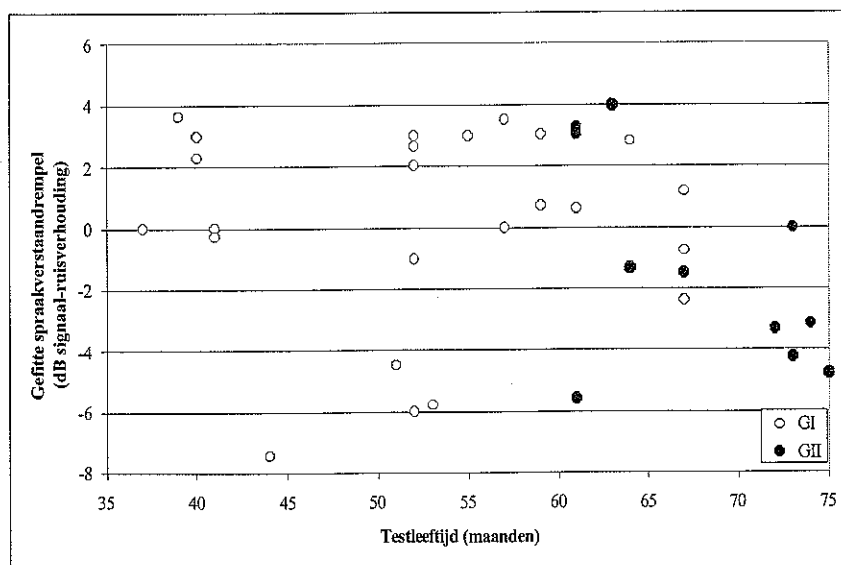
Score in stilte en spraakverstaandrempe in ruis

Zoals verwacht variëren de scores van de slechthorende kinderen sterk. Figuur 3 toont de score in stilte (1 lijst) en de gefitte spraakverstaandrempe in ruis voor ieder kind, ofwel voor de Göttinger I (open symbool) ofwel voor de Göttinger II (gesloten symbool). Terwijl alle kinderen zeer goed scoren in stilte ($> 70\%$) variëren de scores in ruis veel. Bij de Göttinger I scoren ongeveer 5/21 kinderen even

goed in ruis als het gemiddelde normaalhorende kind (nl rond $-6.4 \text{ dB} \pm 2 \text{ SD}$). Hiervan zijn drie kinderen bilateraal aangepast, 2 met 2 cochleaire implantaten (CI), 1 met 2 hoorapparaten (HA). Voor wat betreft de Göttinger II scoren zeker 3 kinderen even goed als het gemiddelde normaalhorende kind ($-7.5 \text{ dB} \pm 2 \text{ SD}$). Op basis van deze beperkte populatie is het niet mogelijk verbanden te leggen naar type interventie, unilaterale of bilaterale aanpassing, leeftijd implantatie, duur gebruik interventie, etc. Er is wel een trend dat kinderen met lagere pre-implantatiedrempels betere spraakverstaanscores behalen dan kinderen met hogere pre-implantatiedrempels, hetgeen overeenkomt met wat reeds bekend was uit de literatuur (Grant en Geers, 2007; voor detailfiguren zie Laureys en Lecompte, 2008). Wat vooral van belang is is dat er niet a priori aangenomen mag worden dat de Göttinger tests niet zouden kunnen differentiëren wanneer het kind een plafondsce behaalt in stilte. Om de auditieve beperkingen van het kind te kennen is het juist zinvol om de test op verschillende signaal-ruisverhoudingen af te nemen.

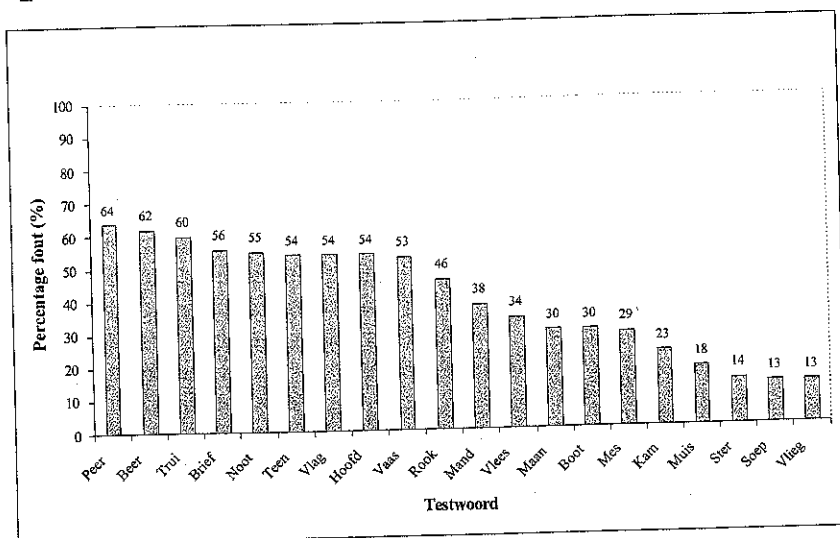


• Figuur 3: Relatie tussen score in stilte en in ruis voor ieder individueel kind, voor de Göttinger I (GI) en Göttinger II (GII)



• Figuur 4: Gefitte spraakverstaandrempe (in ruis) in functie van de testleeftijd voor het kind in maanden voor de Göttinger I en Göttinger II

Figuur 4 toont de gefitte spraakverstaandrempe van ieder kind in functie van zijn/haar testleeftijd voor zowel de Göttinger I ($n = 21$) als de Göttinger II ($n = 11$). De figuur toont dat de oudere kinderen bij wie de Göttinger I wordt afgenomen geen betere spraakverstaandrempels behalen dan de jongere kinderen. Het kind met de beste spraakverstaandrempe (-7.4 dB) is nog geen 4 jaar. Voor wat betreft de Göttinger II lijkt er een trend te zijn van dalende spraakverstaandrempels met toenemende leeftijd. Uit deze beperkte data kunnen we echter niet concluderen of dit te maken heeft met de duur van het dragen van het hoorapparaat of het cochleair implantaat, met de pre-implantatiedrempels of andere factoren.



• Figuur 5: Overzicht van gemaakte testfouten van de Göttinger I

Woordenschat

Er werd ook nagegaan of de woordenschat van de Göttinger I en II toereikend is voor de populatie slechthorende kinderen. In de normeringsstudie van Delvaux (2006) werden de deellijsten equivalent bevonden. Echter, bij de slechthorende kinderen ziet men dikwijls dezelfde fouten terugkomen, misschien omdat de woorden te moeilijk of achterhaald zijn. Alhoewel niet elke deellijst een even groot aantal keren werd afgenomen bij de slechthorenden en alhoewel het ook moeilijk te bepalen is of de fout aan de auditieve beperking(en) ligt dan wel aan het woord zelf, is een overzicht gemaakt van de meest gemaakte fouten bij de Göttinger I.

Figuur 5 laat zien dat 'peer' en 'beer' dikwijls fout gescoord worden, evenals het woord 'trui'. Woorden als 'ster', 'soep' en 'vlieg' worden daarentegen veel minder vaak fout gescoord. Vermoedelijk worden 'peer' en 'beer' verward omdat het stemhebbend/stemloos onderscheid zeer moeilijk is voor ernstig gehorgestoorden, en wordt 'trui' niet verstaan omdat het een minder gangbaar woord is in Vlaanderen. Doordat de Göttinger I uit een zeer beperkte set woorden bestaat is de kans groot dat woorden die (spectraal en/of temporeel) moeilijk te onderscheiden zijn en minder gangbare woorden samen in 1 lijst voorkomen, met een slechte score tot gevolg.

Spraakverstaan van kinderen jonger dan 3 jaar

Aangezienslechthorendheid tegenwoordig vaak op zeer jonge leeftijd onderkend wordt en hulpmiddelen op zeer jonge leeftijd aangepast worden, is het van belang om over valide tests te beschikken voor kinderen jonger dan 3 jaar. Eerder is gerapporteerd dat de Göttinger I in stilte afgenomen kan worden vanaf de leeftijd van 2;6 jaar, indien een normale taal- en cognitieve ontwikkeling verondersteld wordt. Echter, eerder is ook aangetoond dat de data van kinderen jonger dan 2;6 jaar significant verschillend zijn van data van kinderen ouder dan 2;6 jaar (van Wieringen en Wouters, 2005).

In deze studie werd bij een aantal kinderen, die theoretisch oud genoeg waren om de Göttinger II te doen, toch gekozen voor de Göttinger I ($n = 6$), vanwege beperkte woordenschat of aandachtsspanne. Op basis van deze gegevens lijkt het niet evident om de Göttinger I bij slechthorende kinderen jonger dan 3 jaar af te nemen.

CONCLUSIES

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat de afname van de Göttinger I en Göttinger II met APEX zeer haalbaar is bij jonge slechthorende kleuters. De geautomatiseerde methode werkt verveling tegen en de uniforme calibratie en wijze

van afnemen beperken ongewenste persoonsgebonden factoren die van invloed kunnen zijn op de score van het kind. Zo komt de gemiddelde minimale score van beide tests overeen met kansniveau (25%), iets wat zelden het geval is als het kind het woord nazegt.

Het is zinvol dat er nu ook normwaardes zijn van normaalhorende kleuters van dezelfde leeftijd. De spraakverstaandrempels van de verschillende populaties verschillen uiteraard, en er moet ook rekening mee worden gehouden dat de normaalhorende kinderen onder koptelefoon werden getest, terwijl de slechthorende kinderen de woorden in vrije veld hoorden. Desalniettemin komen de hellingwaardes van de beide populaties goed overeen. Dit betekent dat zowel de Göttinger I als Göttinger II op verschillende signaal-ruisverhoudingen in gelijke mate differentiëren (qua score). Uit de variatie in performantie mag dan ook geconcludeerd worden dat het zinvol is om de Göttingertests in ruis af te nemen, zeker wanneer het kind een plafondscoor behaalt in stilte. Bovendien kan de variatie van de scores in spraakverstaan in ruis misschien deels verklaard worden door andere factoren, zoals aanpassing of etiologie. Dit moet worden onderzocht.

Enkele tekortkomingen en beperkingen blijven echter overeind. De Göttinger tests bestaan uit een zeer beperkte woordenschat. Bovendien zijn er sterke aanwijzingen dat niet alle woorden 'evenwaardig' zijn vanwege beperkte frequentie van voorkomen (of achterhaald), minimale spectrale/temporele verschillen en/of moeilijke afbeelding. Vanwege het beperkte aantal woorden in de Göttinger I is het niet echt mogelijk om de woorden tussen de verschillende lijsten te herschikken. Mede vanwege bovengenoemde bezwaren wordt er bij ExpORL gewerkt aan de ontwikkeling en evaluatie van een uitgebreide open set test vanaf de leeftijd van 3 à 4 jaar. Het voordeel hiervan is dat er veel meer woorden gebruikt kunnen

worden, omdat er geen afbeelding vereist is. Ook kan overwogen worden om gebruik te maken van het LINT getallenmateriaal vanwege de relatief steile helling in ruis (ongeveer 15%/dB, van Wieringen en Wouters, 2005, 2008)

APEX is gratis verkrijgbaar na registratie. Informatie over APEX wordt gegeven op de website: <https://gilbert.med.kuleuven.be/web/index.php/PublicSoftware/APEX> en in Francart et al. (2008).

DANKWOORD

Dank aan alle normaalhorende en slechthorende kinderen die meegewerkt hebben aan deze studies. Dank aan Karen Delvaux (Logopedische en Audiologische Wetenschappen (LAW), KULeuven), Miet Martens en Mieke Lermytte (Bacheloropleiding Audiologie, KHBO) voor het vergaren van de data die geleid hebben tot het bepalen van normwaardes in ruis bij normaalhorende kinderen, en aan Leslie Laureys en Ellen Lecompte (LAW, KULeuven) voor afname van de Göttinger I en II in ruis bij de slechthorende kinderen. Ann Dierckx (UZ Leuven), Leo De Raeye (KIDS, Hasselt), Anja Docks (KIDS, Hasselt), Liesbeth De Clercq (Kon. Inst. Woluwe), Veerle Wastiels (Kon. Inst. Woluwe) en het Kon. Instituut Spermalie in Brugge worden bedankt voor hun medewerking aan de verschillende studies.

REFERENTIES

- Boets, B., Ghesquière, P., van Wieringen, A. & Wouters, J. (2007). Speech perception in preschoolers at family risk for dyslexia: Relations with low-level auditory processing and phonological ability", *Brain and Language* 101, 19-30.
- Bosman, A.J., Wouters, J., Damman, W. (1995). Realisatie van een cd voor spraakaudiometrie in Vlaanderen, *Logopedie en Foniatrie*, 9, 218-225.

Delvaux, K. (2006). Normering van de Göttinger I en II in ruis. Masterproef Logopedische en Audiologische Wetenschappen, Katholieke Universiteit Leuven.

Francart, T., van Wieringen, A., & Wouters, J. (2008). APEX3: a multi-purpose test platform for auditory psychophysical experiments, *Journal of Neuroscience Methods*, in press.

Grant, N.J., & Geers, A.E. (2007). Will They Catch Up? The Role of Age at Cochlear Implantation in the Spoken Language Development of Children with Severe to Profound Hearing Loss. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50 (4), 1048-1062.

Huysmans, I. (1997). Normering van woordenlijsten voor spraakaudiometrie bij kinderen. Masterproef Logopedische en Audiologische Wetenschappen, Katholieke Universiteit Leuven.

Lambrechts, M. (1979). De Göttinger spraakverstaanbaarheidstest II: Aanpassing van een Duitse spraakaudiometrische test voor vijf- en zesjarigen aan het Nederlands. Bachelorthesis Katholieke Hogeschool Brugge-Oostende.

Laneau, J., Boets, B., Moonen, M., van Wieringen, A. & Wouters, J. (2005). A flexible auditory research platform using acoustic or electric stimuli for adults and young children, *Journal of Neuroscience Methods* 142, 131-136.

Laureys, L. & Lecompte, E. (2008) De Göttinger I en II in ruis bij slechthorende kinderen met hoorapparaten en/of cochleaire implantaten, Masterproef Logopedische en Audiologische Wetenschappen, Katholieke Universiteit Leuven.

Martens, M., & Lermytte, M. (2006). De Göttinger-woordenlijsten in ruis: normeringsonderzoek bij jonge normaalhorende kinderen, Bachelorthesis Katholieke Hogeschool Brugge-Oostende.

Scherf, F., Van Deun, L., van Wieringen, A., Wouters, J., Desloovere, Ch., Dhooge, I., Offeciers, E., Deggouj, N., De Raeye, L., De Bodt, M., & Van de Heyning, P. (2007). Hearing benefits of second-side cochlear implantation in two groups of children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 71(12):1855-63.

Van Gompel, J., & Vanhulle, R. (1979). Spraakaudiometrie bij kinderen: aanpassing van de Göttinger Sprachverständnistest I aan het Nederlands. *Tijdschrift voor logopedie & audiologie* 9, 1-12.

van Wieringen, A., & Wouters, J. (2005). Normalization and feasibility of speech discrimination tests for Dutch speaking toddlers", *Speech Communication*, 47, 169-181.

van Wieringen, A. & Wouters, J. (2005). LIST en LINT, Nederlandstalige spraakaudiometrielijsten met zinnen en getallen, realisatie Lab.Exp.ORL-NKO, K.U.Leuven, CD SIG0501/2.

van Wieringen, A., & Wouters, J. (2008) LIST en LINT: Dutch speech audiometry lists with sentences and numbers, *International Journal of Audiology*, 47, 348-355.

Wouters, J., Damman, W., Bosman, A.J. (1994a). Vlaamse opname van woordlijsten voor Spraakaudiometrie. Compact Disc DDD, SIG94006.

Wouters, J., Damman, W., Bosman, A.J. (1994b). Vlaamse opname voor woordenlijsten voor Spraakaudiometrie, *Logopedie* 6, 28-33

CORRESPONDENTIEADRES

Astrid van Wieringen, ExpORL, Department Neurowetenschappen, KULeuven, Herestraat 49 bus 721, B-3000 Leuven.

Jan Wouters, ExpORL, Department Neurowetenschappen, KULeuven, Herestraat 49 bus 721, B-3000 Leuven.

Valerie Vandenbroeck, Katholieke Hogeschool Brugge Oostende, Spoorwegstraat 12, B-8000 Brugge en Koninklijk Spermalie, Snaggaardstraat 9, B-8000 Brugge.